Académie des Sciences.

Séance du lundi 12 juillet 1943.

Présidence de M. Gabriel Bertrand.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1943.

PRÉSIDENCE DE M. GABRIEL BERTRAND.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Albert Caquot**, conformément à l'article 10 du décret du 15 avril 1941, est élu Membre du *Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique*.

CORRESPONDANCE.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur le théorème de Fermat* $a^n + b^n = c^n$. Note de M. **Charles Pierre**.

A l'aide d'une nouvelle méthode d'attaque de ce théorème, je suis parvenu à l'obtention de résultats inédits et susceptibles d'éclairer d'un nouveau jour ledit théorème.

Il est bon cependant, avant d'exposer en quoi consiste la méthode employée, de rappeler quelques résultats, tant généraux que particuliers, déjà obtenus par quelques auteurs.

Rappel de résultats connus. — 1° Gauss a établi que, ax^2 étant premier avec y et résidu quadratique de y, a est résidu quadratique de y.

2° Cauchy a démontré la relation suivante pour n premier :

$$(a+b)^n - a^n - b^n = n\,ab(a+b)(a^2+ab+b^2)^e[\psi(a,b)],$$

e prenant la valeur 1 ou 2 selon que $n = 6M - 1$ ou $n = 6M + 1$.

3° Il est connu qu'il suffit de démontrer le théorème de Fermat, à savoir l'impossibilité de résoudre en nombres entiers l'équation $a^n + b^n = c^n$ $(n > 2)$, pour n premier et des valeurs a, b et c premières entre elles.

4° Abel et Legendre ont démontré, dans les conditions précisées ci-dessus, que, si l'on pose

$$a = A\omega, \qquad b = B\theta, \qquad c = C\varphi,$$

on doit avoir

$$a+b = \frac{C^n}{\eta}, \qquad \frac{a^n+b^n}{a+b} = \eta\varphi^n,$$

$$c-b = \frac{A^n}{\eta''}, \qquad \frac{c^n-b^n}{c-b} = \eta''\omega^n,$$

$$c-a = \frac{B^n}{\eta'}, \qquad \frac{c^n-a^n}{c-a} = \eta'\theta^n,$$

η, η' et η'' étant respectivement égaux à n ou 1 selon que C, B ou A sont divisibles ou non par n. Étant bien entendu qu'une seule des valeurs η, η' et η'' puisse être égale à n.

De plus A, B, C, ω, θ et φ sont premiers entre eux.

Je me propose maintenant de démontrer le résultat suivant :

Pour que l'équation $a^n + b^n = c^n$ soit résoluble en nombres entiers premiers entre eux, n étant premier, il faut que, les notations étant celles du résultat 4° exposé ci-dessus, les nombres $\eta\varphi$, $\eta'\theta$, $\eta''\omega$ soient résidus quadratiques réciproques.

Premier cas : a, b et $c \not\equiv 0 \pmod{n}$. — Nous avons alors

$$\frac{a^n + b^n}{a + b} = \varphi^n, \qquad a + b = C^n,$$

d'où nous tirons

$$C^{n(n-1)} - \varphi^n = n\, ab(a^2 + ab + b^2)^e[\psi(a, b)].$$

Cela prouve que φ^n est résidu quadratique de ab et par conséquent de $\omega\theta$. Or $\varphi^n = \varphi^{n-1}$ et, puisque φ^n est premier avec $\omega\theta$, φ est résidu quadratique de $\omega\theta$.

On démontrerait de même que ω est résidu quadratique de $\varphi\theta$ et θ résidu quadratique de $\varphi\omega$. C'est-à-dire que φ, θ et ω sont résidus quadratiques réciproques.

Deuxième cas : l'un des nombres est $\equiv 0 \pmod{n}$. — Soit par exemple c le nombre divisible par n.

Nous aurons toujours

$$A^{n(n-1)} - \omega^n = n\, cb(c^2 - bc + b^2)^e[\psi(b, c)],$$
$$B^{n(n-1)} - \theta^n - n\, ca(c^2 - ca + a^2)^e[\psi(c, a)].$$

D'où nous tirons que ω^n et par conséquent ω est résidu quadratique de ncb, soit de $n\varphi\theta$ et que θ est résidu quadratique de $n\varphi\omega$.

De plus nous avons

$$\frac{C^{n(n-1)}}{n^{(n-1)}} - n\varphi^n = n\, ab(a^2 + ab + b^2)^e[\psi(a, b)].$$

$n\varphi^n$ est donc résidu quadratique de $\omega\theta$ et puisque $n\varphi^n$ est premier avec $\omega\theta$, $n\varphi$ est résidu quadratique de $\omega\theta$.

Il est donc bien démontré que, dans tous les cas, $\eta\varphi$, $\eta'\theta$, $n''\omega$ sont résidus quadratiques réciproques.

Nous déduirons comme première conséquence que, *pour que $a^n + b^n = c^n$ soit résoluble en nombres entiers, l'un des nombres doit être divisible par 4.*

Démonstration. — Il est évident que l'un des nombres doit être pair. Il suffit de démontrer qu'il ne peut être simplement pair.

En effet, puisque $\eta\varphi$, $\eta'\theta$, $\eta''\omega$ doivent être résidus quadratiques réciproques, deux d'entre eux ne peuvent être de la forme $4N + 3$.

Or $\eta\varphi^n$, $\eta'\theta^n$ et $\eta''\omega^n$ sont de même forme que $\eta\varphi$, $\eta'\theta$ et $\eta''\omega$. Donc, dans

$(a^n+b^n)/(a+b)$, $(c^n-a^n)/(c-a)$, $(c^n-b^n)/(c-b)$, il ne doit pas y avoir plus d'un nombre de la forme $4N+3$.

Nous allons démontrer que cela n'est possible qu'à la condition que le nombre pair soit $\equiv 0 \pmod 4$.

Premier cas : $c\equiv 0 \pmod 2$. — On a alors $\eta''\omega^n = c^{n-1}+c^{n-2}b+\ldots+b^{n-1}$.

Si c n'est pas divisible par 4, tous les termes du second membre jusqu'à l'avant dernier sont $\equiv 0 \pmod 4$. Et l'on a

$$cb^{n-2}+2(4\alpha+\varepsilon)(4\alpha+\varepsilon')=2(4\gamma+\varepsilon'')=4Q+2 \quad \text{et} \quad b^{n-1}=4Q'+1,$$

d'où

$$\eta''\omega^n=4R+4Q+2+4Q'+1=4S+3.$$

On démontrerait de même que $\eta'\theta^n=4S'+3$. Ce qui ne doit pas avoir lieu. Donc $c\equiv 0 \pmod 4$.

Deuxième cas : $a\equiv 0 \pmod 2$. — La démonstration est identique. Le développement de $\eta'\theta^n$ conduit à poser $\eta'\theta^n=4T+3$ et celui de $\eta\varphi^n$ à poser $\eta\varphi^n=4T'+3$, si $a\equiv 0 \pmod 4$. On en déduit que a doit nécessairement être divisible par 4.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Remarques sur un énoncé de Fermat.* Note de M. **André Roussel**, transmise par M. Élie Cartan.

L'application de théorèmes généraux d'analyse permet d'obtenir le nombre k des systèmes de trois entiers (x, y, z) inférieurs à un entier donné quelconque N, qui satisfont à la condition

$$x^n+y^n=z^n;$$

k (qui est nul si le dernier théorème de Fermat est vrai) est en effet égal au nombre des solutions des quatre équations

$$(1) \qquad \sin\pi x=0; \qquad \sin\pi y=0; \qquad \sin\pi z=0; \qquad x^n+y^n-z^n+t=0,$$

intérieures au domaine D

$$1\leq x\leq N+\frac{1}{2}; \qquad 1\leq y\leq N+\frac{1}{2}; \qquad 1\leq z\leq N+\frac{1}{2}; \qquad |t|\leq\frac{1}{2}.$$

Il suffit d'appliquer à (1) des propositions connues de Kronecker, complétées par É. Picard [1]. Nous ne pouvons indiquer ici, faute de place, les formules auxquelles on aboutit ainsi, qui donnent k sous forme d'une somme d'intégrales relatives à D et à sa frontière, mais les indications contenues dans cette Note définissent complètement la marche à suivre pour les obtenir.

Plus généralement, soient $f(x, y, z)$ une fonction donnée et (x_i, y_i, z_i) une solution quelconque de (1) supposée exister. Posons

$$I=\Sigma f(x_i, y_i, z_i),$$

---

(1) *Traité d'Analyse*, 2, Chap. VII, pp. 205 à 213. Paris, 1905.

la sommation étant étendue à toutes les solutions de (1) ne dépassant pas N. On peut, par l'application des propositions mentionnées ci-dessus, former une expression de I *indépendante de la connaissance des solutions de* (1). I est nulle si (1) n'admet pas de solutions. Or, en choisissant convenablement f positive, en prenant, par exemple, $f = e^{-x-y-z}$, la valeur de I tend vers une limite L, quand N tend vers $+\infty$, n restant fixe. Alors si L est positive, l'équation admet au moins une solution en entiers, et l'énoncé de Fermat est faux; au contraire, si L est nulle, l'énoncé de Fermat est vrai. Pour n ayant une valeur numérique donnée, l'expression de L ne dépend d'aucun paramètre : elle est susceptible d'un calcul d'approximation qui pourrait suffire à vérifier que L n'est pas nulle. On peut aller plus loin. Soit le système

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{lllll} \sin\pi x = 0; & \sin\pi y = 0; & \sin\pi z = 0; & \sin\pi n = 0; & x^n + y^n - z^n + t = 0; \\ 1 \leqq x \leqq N + \frac{1}{2}; & 1 \leqq y \leqq N + \frac{1}{2}; & 1 \leqq z \leqq N + \frac{1}{2}; & \frac{5}{2} \leqq n \leqq N + \frac{1}{2}; & |t| \leqq \frac{1}{2}; \end{array}\right.$$

si (2) a des racines pour une certaine valeur de N, l'énoncé de Fermat est faux; s'il n'en a pas quel que soit N, il est vrai. Soit $\varphi(x, y, z, n)$ une fonction quelconque. On peut trouver l'expression de la somme

$$J = \Sigma\varphi(x, y, z, n)$$

étendue à toutes les solutions en (x, y, z, n) de (2), la valeur de J étant nulle si (2) n'admet pas de solutions. En choisissant convenablement φ positive, par exemple : $\varphi = e^{-x-y-z-n}$, l'expression de J tend vers une limite K pour N infini, et cette limite *ne dépend plus d'aucun paramètre*. Si la constante K est positive, l'énoncé de Fermat est faux; si elle est nulle, il est vrai. On conçoit donc la possibilité de vérifier la première hypothèse par des calculs approchés. Au contraire, si l'énoncé de Fermat est vrai, aucun calcul approché ne permettra de la vérifier. L'application de la méthode précédente est susceptible de modifications, (1) et (2) pouvant être remplacés par des systèmes équivalents.

Dans un ordre d'idées analogue, remarquons que l'énoncé de Fermat est vrai si le maximum M de la fonction

$$g(x, y, n) = \cos^2\pi x + \cos^2\pi y + \cos^2\pi\sqrt[n]{x^n + y^n} + \cos^2\pi n$$

est inférieur à 4 et faux s'il égale ce nombre.

Or, pour

$$(3)\qquad 1 \leqq x \leqq N; \qquad 1 \leqq y \leqq N; \qquad 3 \leqq n \leqq N,$$

on a, d'après un théorème de Riez,

$$M = \lim_{m=\infty} \left\{ \iiint [g(x, y, n)]^m \, dx \, dy \, dn \right\}^{\frac{1}{m}} = \psi(N),$$

l'intégrale étant étendue au domaine défini par (3). Quand N tend vers $+\infty$, la fonction $\psi(N)$ tend vers une limite A.

Si A est inférieur à 4, l'énoncé de Fermat est vrai. Il y a doute si A est égal à 4; deux cas pouvant se présenter selon que M tend vers 4 en ne cessant de croître (l'énoncé de Fermat serait encore vrai) ou que M reste égal à 4 à partir d'une certaine valeur de N (l'énoncé de Fermat serait alors faux). Mais il y a lieu de noter ici que, à la différence de ce que nous avons indiqué plus haut, le raisonnement par lequel on démontre l'existence de A ne permet pas d'en calculer effectivement une valeur numérique approchée.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'application, à un critère d'indépendance, du dénombrement des inversions présentées par une permutation.* Note de M. **Jean Ville**, transmise par M. Émile Borel.

Soient n épreuves successives donnant pour valeurs d'une variable X les résultats

$$x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n. \tag{1}$$

Supposons que l'on se propose de vérifier si les épreuves ont bien été *indépendantes*, et si la loi de probabilité de X est *restée constante* au cours des épreuves. Supposant cette loi continue, et excluant le cas où deux ou plusieurs des x_i coïncideraient, remplaçons dans (1) chacun des x_i par le rang qu'il occupe dans la suite (1) si l'on suppose les résultats rangés par ordre de grandeur croissante. Nous substituons ainsi à (1) une des $n\,!$ permutations des n premiers entiers. Si l'hypothèse à vérifier est exacte, toutes ces $n\,!$ permutations sont également probables. Si nous leur associons les valeurs d'une certaine variable, il nous sera possible d'en déduire un critère permettant de tenter l'hypothèse en question.

Un procédé simple consiste à considérer le nombre I_n d'inversions que présente la permutation observée. On montre sans peine que la probabilité pour qu'une permutation des n premiers entiers présente x inversions est le coefficient de t^x dans

$$f_n(t) = \frac{(1-t)(1-t^2)\ldots(1-t^n)}{n\,!(1-t)^n}, \tag{1}$$

d'où l'on déduit que

$$m = \mathfrak{M} I_n = \frac{n(n-1)}{4}, \qquad \sigma^2 = \mathfrak{M}(I_n - m)^2 = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}.$$

Il ressort de l'examen de (1) que I_n est somme d'une suite de variables indépendantes

$$I_n = Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n \tag{2}$$

avec Y_k tel que

$$\Pr.\{Y_k = s\} = \frac{1}{k} \qquad (s = 0,\ 1,\ \ldots,\ k-1),$$

ou encore que

(3) $$I_n = \frac{n(n-1)}{4} + \sigma_1 X_1 + \sigma_2 X_2 + \ldots + \sigma_n X_n$$

avec

$$\sigma_k^2 = \frac{k^2-1}{12}, \qquad X_k = \left(Y_k - \frac{k-1}{2}\right) : \sigma_k.$$

Quand n tend vers l'infini, la loi de répartition de X_n a pour limite une loi de répartition uniforme entre les valeurs $-\sqrt{12}$ et $+\sqrt{12}$. Les lois de répartition des X_n constituent donc une *famille normale de lois à moyenne quadratique bornée* ([1]). La série de terme général σ_n^2 étant divergente, il est connu que I_n dépend d'une loi dont le type tend vers celui de Gauss quand n tend vers l'infini. Nous obtenons ainsi le théorème :

Si les n ! permutations des n premiers entiers sont considérées comme également probables, le nombre I_n *d'inversions présenté par une permutation est une variable aléatoire obéissant, asymptotiquement, à une loi de Laplace-Gauss de moyenne* $[n(n-1)]/4$ *et d'écart quadratique* $[n(n-1)(2n+5)]/72$.

En considérant comme impossible un événement de probabilité plus petite que 0,001, on est amené à rejeter l'hypothèse d'indépendance et de constance de la loi de probabilité quand I_n sort des limites

$$\frac{n(n-1)}{4} \pm 3\sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{72}}.$$

Pour $n = 100$, ces limites sont 2000 et 3000.

SPECTROSCOPIE. — *Quelques remarques sur la structure et la symétrie de dithionates métalliques, déduites des spectres moléculaires (absorption infrarouge et effet Raman).* Note ([1]) de MM. **Clément Duval** et **Jean Lecomte**, présentée par M. Aimé Cotton.

On sait qu'à la suite de travaux chimiques et physicochimiques (Baubigny, Cornec, Pascal, R. et Cl. Duval, Cornec et Müller) et de l'étude aux rayons X par différents auteurs, la formule de l'ion thionique doit s'écrire non pas SO^3, mais S^2O^6. C'est la structure de cet ion que nous discuterons dans ce qui suit.

Nous avons mesuré, entre 500 et 1650 cm^{-1}, à l'état de poudres, les spectres d'absorption de 9 dithionates métalliques et de 5 complexes contenant le radical S^2O^6. De fortes bandes d'absorption, qui le caractérisent, se placent près de 520, 580, 985, 1200 et entre 1500 et 1600 cm^{-1}. Les quatre premières

---

([1]) Paul Lévy, *Théorie de l'addition des variables aléatoires* (*Monographies des Probabilités*, publiées sous la direction de M. Émile Borel, fasc. I, Paris, 1937), p. 106.

([1]) Séance du 28 juin 1943.

de ces régions correspondent, dans les spectres des trois dithionates examinés par Sihoven, à des maxima de réflexion. D'autre part le spectre de diffusion du dithionate de sodium, en solution aqueuse, dû à Pringsheim et Yost, indique seulement trois raies à 279, 709 et 1090 cm^{-1}. Suivant les détérminations que M. J.-P. Mathieu a bien voulu faire pour nous, elles apparaissent toutes trois comme polarisées.

L'alternance entre l'absorption et la diffusion, ainsi que le nombre des fréquences observées, permet d'écarter la formule simple SO^3 et de confirmer la notation S^2O^6. D'autre part elle indique la présence d'une symétrie élevée dans la molécule. On peut alors se représenter l'ion dithionate comme constitué par deux groupements SO^3 pyramidaux, possédant un axe de symétrie ternaire commun C_z^3, sur lequel se placent les deux atomes de soufre. Deux possibilités se présentent :

1° Les atomes d'oxygène, appartenant à ces deux groupements SO^3, sont en regard les uns des autres. Il existe alors, en plus de C_z^3, un plan de symétrie, perpendiculaire à cet axe, et comprenant deux axes de symétrie binaires (symétrie D_{3h}).

2° Chaque atome de l'un des groupements SO^3 se trouve en face d'un vide relativement à l'autre groupement. Autrement dit ceux-ci sont tournés, l'un par rapport à l'autre, de 60° autour de C_z^3. Il existe alors, en plus de celui-ci, un centre de symétrie et trois plans de symétrie passant par C_z^3 (symétrie D_{3d}).

Les 18 vibrations fondamentales d'un modèle à huit masses, tel que S^2O^6, se réduisent à 12 vibrations distinctes, par suite de la présence de l'axe de symétrie ternaire (6 simples et 6 doubles dégénérées). On trouve facilement que, dans le cas de la symétrie D_{3d}, *aucune* fréquence Raman ne doit se retrouver dans l'absorption, alors que, dans la symétrie D_{3h}, trois raies Raman dépolarisées, représentant des vibrations doubles dégénérées, peuvent avoir leur correspondance dans l'infrarouge. *L'alternance que nous observons semble donc nettement en faveur de la symétrie* D_{3d}. Mais la certitude n'est pas entière, car le spectre de diffusion observé se présente comme incomplet. En effet, quelle que soit la symétrie adoptée, on prévoit l'existence de trois raies Raman dépolarisées, qui n'apparaissent pas sur les clichés. Il serait, d'un autre côté, possible de faire un choix entre les deux modèles moléculaires, au moyen des règles de sélection dans l'absorption pour les harmoniques des vibrations dégénérées; mais les fréquences sortent de notre domaine. Indiquons que les rayons X, au moyen des diagrammes de poudres, conduisent Huggins et Frank, Barnes et Wendling à la symétrie D_{3d}.

Quelle que soit la solution choisie, il devient facile d'établir des schémas des 12 vibrations distinctes, en partant, par exemple, de ceux de l'ion oxalique, que nous avons étudiés antérieurement. Chaque groupement SO^3 possède deux vibrations de valence (une simple et une double dégénérée). Comme les deux groupements peuvent vibrer en phase ou en opposition de phase, on

obtient ainsi deux vibrations de valence simples et deux doubles dégénérées, qui sont représentées par des fréquences voisines de 985 (IR), 1090 (Ra), 1200 (IR) et ? (Ra) cm^{-1}. D'autre part la vibration de déformation symétrique de SO^3, pour la même raison, se décompose en deux fréquences : 580 (IR) et 709 (Ra) cm^{-1}. La raie Raman 279 cm^{-1} représente une vibration $(SO^3) \rightleftharpoons (SO^3)$ et la bande infrarouge vers 520 cm^{-1} probablement une vibration gauche. Sur les 12 vibrations distinctes, 8 apparaissent ainsi identifiées : parmi les autres, l'une reste inactive dans l'absorption et dans la diffusion, les trois autres sont à chercher vers des fréquences basses.

On remarquera que si les dithionates répondaient, pour un métal monovalent M, à la formule généralement admise

$$\begin{matrix} O\diagdown & & \diagup O \\ O{=}S & - & S{=}O \\ M{-}O\diagup & & \diagdown O{-}M \end{matrix}$$

, il n'existerait pas d'axe de symétrie ternaire, ce qui conduirait à 18 vibrations distinctes. Elles seraient presque toutes ou toutes actives, à la fois dans l'absorption et dans la diffusion, suivant que l'on conserve ou non deux plans de symétrie. Les résultats expérimentaux se montrent en désaccord avec cette manière de voir, et les spectres ne possèdent pas de fréquence pouvant représenter une *double* liaison S=O. Il faut donc admettre, comme nous venons de le faire, que *les trois atomes d'oxygène de chaque radical* SO^3 *sont indiscernables les uns des autres, et qu'il existe une résonance entre les valences qu'ils échangent avec l'atome de soufre*, ce qui conduit à écrire la formule précédente

$$M\left[\begin{matrix} O & & O \\ O & \!\!S{-}S\!\! & O \\ O & & O \end{matrix}\right]M.$$

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Les coefficients de conversion interne dans la transition isomérique* $^{80}Br^{*} \rightarrow {}^{80}Br$. Note de M. **André Berthelot**, présentée par M. Aimé Cotton.

La transition isomérique $^{80}Br^{*} \rightarrow {}^{80}Br$ est sans doute celle qui a donné lieu au plus grand nombre de travaux. On sait, d'après les mesures au spectrographe magnétique (1), qu'elle est accompagnée de trois raies de conversion d'énergies 23,6, 35,5 et 47,2 keV. La première est la conversion K d'un quantum de 37 keV qui a été observé par Grinberg et Roussinow (2). La troisième est la conversion L d'un quantum de 49 keV que les mêmes auteurs n'ont pas réussi à observer. Quant à la seconde elle peut être soit la conversion K du quantum de 49 keV, soit la conversion L du quantum de 37 keV, soit un mélange des deux. Cependant un point important demeure obscur malgré ces recherches. Les deux quanta sont-ils émis en cascade comme le pensent Grinberg et Roussinow (2), ou bien s'agit-il, comme le prétendent Valley et Mac Creary (1),

---

(1) Valley et Mac Greary, *Phys. Rev.*, 56, 1939, p. 863.
(2) *Phys. Rev.*, 58, 1940, p. 181.

de deux modes de transition différents faisant passer d'un niveau à 49 keV au niveau fondamental avec ou sans passage par un niveau intermédiaire à 37 (ou 12) keV ? A notre connaissance aucun argument décisif n'avait jusqu'ici été donné en faveur de l'une ou l'autre hypothèse. De plus les différentes estimations qui ont été faites des coefficients de conversion ne sont pas en très bon accord.

Les mesures d'absorption du rayonnement de conversion que nous avons réalisées ([3]) nous permettent d'apporter quelques précisions sur ces différents points. Nous avons opéré sur le produit en équilibre de régime

$$^{80}Br^{*} \xrightarrow{(\gamma)} {}^{80}Br \xrightarrow{\bar{\beta}} {}^{80}Kr.$$

Si N_e représente le nombre d'électrons de conversion émis dans une raie donnée, et N_β le nombre de rayons β émis pendant le même temps, il y a $\alpha = (N_e/N_\beta)[\lambda_2/(\lambda_2 - \lambda_1)] = 1{,}07\,(N_e/N_\beta)$ électrons de conversion émis dans cette raie par désintégration.

Pour connaître le nombre d'électrons dans chaque raie et dans le spectre β, nous devons décomposer la courbe d'absorption du rayonnement total en la somme des courbes d'absorption individuelles et extrapoler chacune pour une épaisseur nulle d'absorbant.

Pour opérer cette décomposition nous admettons d'abord que les courbes d'absorption sont des droites, puis nous effectuons une légère correction pour tenir compte de leur concavité vers le bas aux faibles épaisseurs d'absorbant. Nous obtenons ainsi pour 100 rayons β traversant l'écran de 7,27 mg/cm^2

A(β) = 114; B(47,2 keV) = 14; C(35,5 keV) = 106; D(23,6 keV) = 39;
E (électron Auger) = 83.

D'autre part le rendement d'une paire de compteurs en coïncidence a été trouvé égal à 0,88 pour les rayons β et 0,94 pour les électrons de conversion qui sont plus ionisants. Les chiffres donnés plus haut pour chaque raie correspondent donc à $(114 \times 0{,}94/0{,}88) = 122$ rayons β.

Le nombre d'électrons de conversion émis par transition dans chaque raie est alors B = 0,12; C = 0,93; D = 0,34; E = 0,73.

Il y a donc 1,39 électron de conversion émis par transition. Ceci montre clairement que c'est la seconde des deux hypothèses envisagées plus haut qui est à retenir, le niveau métastable du brome étant à 86 keV. La difficulté pour la détermination des coefficients de conversion vient de ce que la raie C est commune aux deux quanta convertis. Nous admettons avec Grinberg et Roussinow que l'absence de photons de 49 keV en indique la conversion totale,

([3]) *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 884.

et nous obtenons les coefficients de conversion

$(49\,\text{keV})_L = 12\,\%$; $(49\,\text{keV})_K = 88\,\%$; $(37\,\text{keV})_L = 5\,\%$; $(37\,\text{keV})_K = 34\,\%$.

La conversion du quantum de 37 keV est de 39 %, valeur un peu plus faible que celles publiées antérieurement [50 % selon Grinberg et Roussinow; 63 % selon De Vault et Libby ([4])].

Si l'on cherche maintenant à déterminer les ordres multipolaires des transitions en comparant aux valeurs théoriques de Hebb et Nelson ([5]), on trouve que la meilleure concordance est obtenue si le quantum de 49 keV est octopolaire magnétique (valeurs théoriques α_K 0,81, α_L 0,18) et si le photon de 37 keV est dipolaire magnétique (α_K 0,31, α_L 0,05).

C'est donc certainement la transition de 49 keV qui détermine la période de $^{80}Br^*$. Ceci est en accord avec la formule que nous avons déduite du modèle nucléaire de la goutte liquide ([6]). La probabilité de transition par unité de temps est donnée par

$$W_\gamma = 3(2l+3)\left(\frac{E}{\hbar c}\right)^{2l+2} \frac{Z^2 e^2}{Mc} \, \frac{R^{2l}}{1^2 3^2 \ldots (2l+3)^2},$$

pour une émission 2^l polaire magnétique de photons. En introduisant les valeurs numériques relatives au brome et $l = 3$, elle conduit à la période $T_\gamma = 115.10^4$ sec. La théorie de Hebb et Nelson nous permet de calculer W_e/W_γ que l'on trouve égal à 144, d'où la valeur réelle de la période

$$T = \frac{115.10^4}{145} = 7900 \text{ sec.} = 2,2 \text{ heures.}$$

La valeur expérimentale étant 4,5 heures, on peut considérer que l'accord est bon.

Les résultats ci-dessus indiquent 1,22 conversion K par transition, et par suite une probabilité de 60 % pour l'expulsion d'un électron Auger. Or la valeur exacte est 45 %. La raison de cet écart est sans doute que la raie formée par ces électrons se prête mal à l'extrapolation, près de la moitié de son parcours étant constituée par l'atmosphère gazeuse du compteur.

CHIMIE DES COMBUSTIBLES. — *Étude de la peptisation des substances humiques au moyen des solutions alcalines.* Note de Mme **Andrée Boutserin**.

Les liqueurs alcalines dissolvent une partie du lignite. Cette partie est constituée principalement par des acides humiques qui passent dans la solution

([4]) *Phys. Rev.*, 58, 1940, p. 688.

([5]) *Phys. Rev.*, 58, 1940, p. 486.

([6]) Berthelot, *Cahiers de Physique* (sous presse).

sous forme d'humates. Par addition d'acides minéraux, jusqu'à pH acide, la solution d'humates abandonne ses acides humiques sous forme d'un précipité colloïdal.

Au cours de précédents travaux nous avions remarqué que le rendement de l'extraction des acides humiques à partir d'un lignite donné, dans des conditions expérimentales données, était meilleur avec une lessive de soude diluée qu'avec une lessive de soude concentrée. Nous avions fait cette même remarque en opérant sur différents lignites. C'est pourquoi nous avons entrepris l'étude systématique de l'influence de la concentration des solutions alcalines sur la peptisation des acides humiques.

Nous avons employé un lignite peu évolué, donc très riche en acides humiques : celui d'Hostens (Landes). Les extractions ont été faites à froid et à chaud par l'ammoniaque et la soude. Chaque expérience a porté sur 200^g de lignite brut mis en présence de 2^l de solution alcaline. Les résultats ont été exprimés en grammes d'acides humiques (A. H.) (lavés par HCl) pour 100^g de lignite supposé débarrassé des cendres et de l'eau.

A. Extractions a froid. — Elles ont été réalisées, à la température du laboratoire (17° en moyenne), sur du lignite séché à l'air, possédant une teneur en cendres de 14,0 % et une teneur en eau de 14,5 %. Le lignite et la solution alcaline étaient introduits dans un ballon. Celui-ci, soigneusement bouché, était agité de temps en temps. Le contact était maintenu pendant 48 heures.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

	NH_4OH.		NaOH.		
Concentration en alcali (%)....	5	20	1	5	25
A. H. extrait (%)............	37,0	14,0	44,0	49,6	28,6

B. Extractions a chaud. — Nous avons employé le même lignite, mais non séché à l'air : teneur en eau 69,2 %, teneur en cendres 2,0 %.

Les acides humiques se décomposant déjà sensiblement à la température de 120°, nous avons opéré au bain-marie à 100°. Un réfrigérant surmontait le ballon contenant lignite et lessive alcaline, ce qui permettait de conserver une quantité d'eau constante. Les solutions de soude n'entrant pas en ébullition à 100°, l'agitation ne se faisait pas d'elle-même; c'est pourquoi nous avons muni l'appareil d'un agitateur mécanique. De plus, pour éviter l'oxydation qui se produit très facilement à cette température (oxydation qui, comme on le sait, modifie le rendement), nous avons opéré en atmosphère d'azote. Chaque extraction a duré 3 heures.

Voici les résultats obtenus avec le pourcentage extrait (A.H. %) des matières organiques :

Concentration des solutions de NaOH (%).	Matières extraites à partir de 200g de lignite brut et après lavage.			Teneur en cendres de l'A. H. après lavage HCl (%).	A. H. (%).
	1re extract.	2e extract.	3e extract.		
0 (eau distillée)	0	0	0	–	0
1	38,5	4	traces	1,15	72,8
5	42	1	»	0,5	74,2
7,5	41	0,5	»	0,87	71,4
10	41	0,2	»	0,45	71,2
30	33	traces	»	0,41	57,1

Les résultats obtenus avec NH^4OH à chaud montrent peu de cohérence. Ceci tient au fait de la très grande volatilité de l'ammoniaque.

C. Conclusions. — 1° Les résultats obtenus aussi bien à chaud qu'à froid nous montrent bien ce que nous avions annoncé au début, que le rendement est moins bon avec des solutions concentrées. Les résultats obtenus à chaud étant plus nombreux, nous avons pu construire la courbe du rendement en fonction de la concentration dans ce cas. Cette courbe met en outre en évidence l'existence d'un maximum pour des concentrations voisines de 3 %. Ce résultat avait déjà été pressenti par des auteurs américains (Mason et Lavine, Communication au Congrès de l'*American Chemical Society*, à Kansas City, 17 avr. 1936). Nous pensons préciser l'allure de la courbe au niveau du maximum dans des recherches ultérieures.

2° La plupart des auteurs qui avaient fait des extractions à chaud et en présence de soude avaient constaté que le rendement était meilleur avec une lessive concentrée. Or ils opéraient à l'air libre. Leurs résultats ne sont nullement en contradiction avec les nôtres, puisque nous avons opéré, d'une part à chaud et *en atmosphère d'azote*, d'autre part à l'air libre et *à froid*.

a. A chaud. — Il semble bien que c'est l'oxygène de l'air qui intervenait lors de l'emploi de soude concentrée à l'air libre; pour faire apparaître des substances humiques (ou mieux prohumiques) qui n'existaient pas dans le lignite avant l'expérience. C'est ce que pensaient déjà Fischer et Schrader.

b. A froid. — L'oxygène n'agirait que très lentement, amenant la formation de quantités inappréciables de substances prohumiques pendant la durée de l'expérience.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur une disposition exeptionnelle des vaisseaux alternes dans une racine de* Lupinus albus. Note de Mlle **Madeleine Fourcroy**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Pendant longtemps on a opposé la structure de la tige à celle de la racine, attribuant à chacune des caractères propres. G. Chauveaud et son école, au

contraire, rapprochent les deux organes et leur reconnaissent des dispositions structurales concordantes, que modifie seule l'accélération basifuge; les éléments vasculaires alternes centripètes se constituent et persistent intégralement dans la racine des Phanérogames, ils ne se forment pas ou se résorbent dans leur tige. On sait néanmoins que les traumatismes provoquent l'altération des vaisseaux primitifs de la racine et leur remplacement par les éléments des phases ultérieures; une accélération pathologique exerce alors, dans la racine, une action rigoureusement comparable à celle de l'accélération basifuge dans les tiges jeunes [Dauphiné (1921), traumatisme brutal, résorption de vaisseaux non encore différenciés; Mlle Fourcroy (1930-1937), traumatismes variés et ménagés, influence à distance de part et d'autre du point lésé; Boureau (1938), extension des résultats aux Gymnospermes].

Cherchant à préciser les relations conductrices entre les racines et leurs radicelles, j'ai attribué à la naissance de ces dernières des répercussions sur la

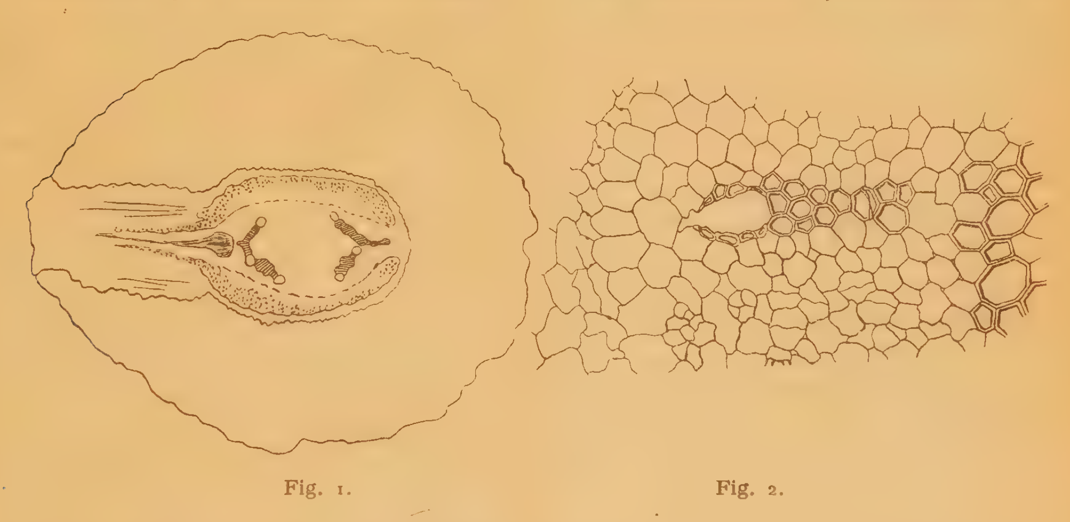


Fig. 1. Fig. 2.

structure radiculaire, au voisinage de leur insertion [1]. En particulier j'ai noté une altération, très locale et très limitée sans doute mais réelle, des premiers éléments du faisceau centripète qui alimente une radicelle. Dans l'espoir de multiplier les exemples, j'ai étudié des racines *normales* dont les radicelles étaient très abondantes : une racine de Lupin blanc les présentait avec une si grande densité qu'elles se touchaient à leur sortie de l'écorce de la racine mère. La figure schématique 1 représente une coupe située à 3,5 cm environ du collet et intéresse l'une de ces radicelles axialement à son insertion; au milieu des éléments vasculaires du raccord, les premiers vaisseaux alternes centripètes de la racine forment un amas plus foncé et confus; au-dessus, entre cette radicelle et la radicelle supérieure suivante, la figure de détail 2 révèle des

(1) *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 11e série, 3, 1942, p. 177.

vaisseaux alternes déformés, aplatis, répartis en deux branches de quatre autour d'une lacune énorme. Que s'est-il passé ? La radicelle est normalement développée; la série complète des coupes atteste que la racine est normale; aucune perturbation ni au-dessous ni au-dessus de ce niveau (on le vérifiera dans une figure de détail que je fournirai prochainement). Un traumatisme impossible à déceler actuellement aurait-il touché la radicelle, très localement, et dès son origine ? Les vaisseaux mal formés seraient-ils les plus périphériques de la spatule qui caractérise le raccord ? Il est certain que les vaisseaux alternes bien constitués dessinent un faisceau tronqué, amputé des éléments de petit calibre de sa pointe. Avec ou sans l'aide d'un traumatisme, il faut admettre que les plus influencés, ceux du raccord le plus direct, n'ont pu subsister, tandis que les latéraux, moins intensément touchés, se sont simplement déformés.

Quoi qu'il en soit, nous trouvons, dans une racine normale de Lupin, un faisceau alterne qui fait penser à celui des Gymnospermes à canaux sécréteurs radiculaires, mais avec ces différences essentielles : les deux branches de la pince n'enserrent qu'une *lacune* et leurs éléments présentent une altération *indépendante* de leur ordre ontogénique.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'organes androgynes chez* Mnium rostratum *Schrader*. Note de M. **Claude Hamant**, présentée par M. Auguste Chevalier.

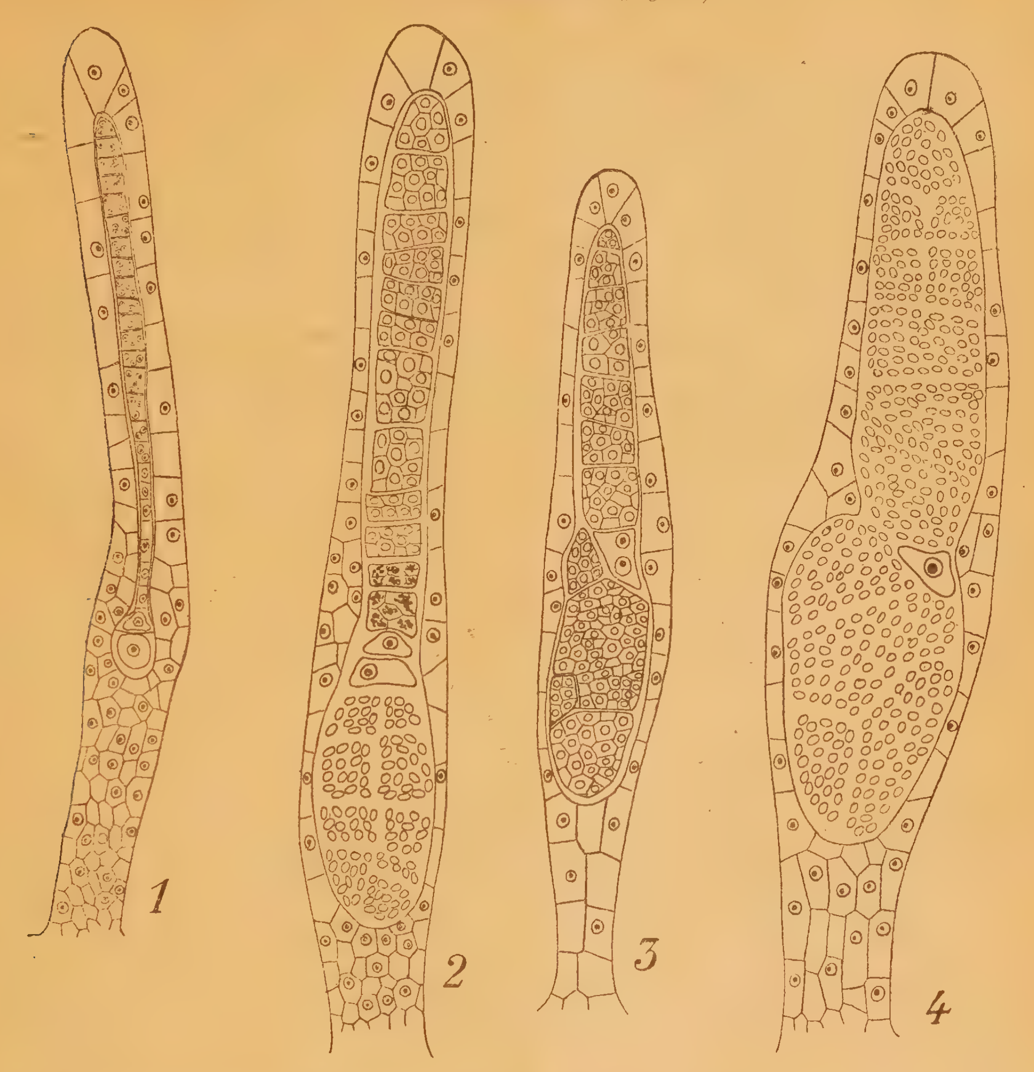
Les cas d'interversion dans le développement des organes sexuels chez les Bryophytes homothalliques ont déjà retenu l'attention de quelques observateurs [1]; nous avons examiné l'ensemble des faits chez *Mnium rostratum* Schrad. Dans cette espèce synoïque, les organes androgynes peuvent se ramener à quatre types principaux qui établissent tous les termes de passage entre l'archégone et l'anthéridie typiques.

1. L'archégone est normalement développé, avec oosphère typique, accompagnée de la cellule du canal du ventre; mais les cellules du canal du col subissent des recloisonnements longitudinaux et transversaux, souvent plus nombreux vers le sommet du col, et se trouvent finalement remplacées par des cellules anthéridiales évoluant en spermatozoïdes (*fig.* 1).

2. L'oosphère et la cellule du canal du ventre occupent leur position normale, mais les cellules du canal du col se trouvent remplacées, à la suite de divisions répétées, par une importante masse de tissu spermatogène typique. Tous les tissus du pédicelle, à l'exception d'une assise pariétale, donnent également naissance à un tissu spermatogène, déjà différencié en spermatides dans la

(1) M. Hy, *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 6e série, 18, 1884, pp. 105-206; E. de Bergevin, *Rev. Bryol.*, 29, 1902, pp. 115-119; G. M. Holferty, *Bot. Gaz.*, 37, 1904, pp. 106-126; G. S. Bryan, *Bot. Gaz.*, 84, 1927, pp. 89-101.

figure 2, et où il faut également noter la présence de divisions simultanées, groupées par secteurs, aspect tout à fait caractéristique que l'on rencontre habituellement dans les anthéridies normales (*fig.* 2).



3. La *cellule ventrale* (divisée ou non en oosphère et cellule du canal du ventre) se trouve placée excentriquement au voisinage de la paroi dans un organe renflé qui présente, de plus, deux masses spermatiques, partiellement séparées par un bourrelet annulaire; celui-ci est constitué par des cellules de la paroi et se trouve situé au niveau de la base du col primitif (*fig* 3).

4. Les organes de ce type offrent nettement des caractères anthéridiaux : pédicelle court, allure générale ovoïde; on remarque cependant une ou plusieurs cellules qui n'ont pas subi les divisions différenciant les spermatides et qui gardent une allure oosphérienne au milieu du tissu spermatogène différencié (*fig.* 4).

Comme c'est habituellement le cas chez les mousses synoïques, les anthéridies et les archégones ne sont pas mélangés, mais occupent des zones distinctes du bourgeon terminal; les anthéridies sont voisines du sommet de l'axe et constituent un massif protandre, entouré par une couronne d'archégones. Les organes ambisexués se localisent, dans la plupart des cas, au milieu des archégones normaux ou à la limite des deux zones. Par leur position aussi bien que par leur morphologie générale, les organes des types 1 à 3 peuvent être considérés comme des gamétanges femelles modifiés, mais se développant suivant le schéma habituel des archégones. Nous n'avons pas observé de spermatozoïdes mûrs dans les organes androgynes de *M. rostratum*, mais seulement des spermatides dans les cas les plus avancés (*fig.* 2 et 4).

L'intérêt de ces observations nous paraît double : elles établissent d'une part l'homologie souvent soulignée entre anthéridies et archégones, d'autre part, comme l'a fait remarquer G. Chalaud ([2]), elles montrent que la ségrégation des sexes n'est nullement établie, chez les espèces homothalliques, au moment où la cellule mère donne l'organe ♂ ou ♀, mais beaucoup plus tard, à un stade difficile à fixer, et certainement pas antérieur aux divisions mitotiques desquelles sont issues les spermatides ou l'oosphère.

PHARMACODYNAMIE. — *Action comparée, sur la chronaxie du muscle strié, du para-aminobenzoyl-diéthylaminoéthanol et de quelques-uns de ses dérivés.* Note de MM. **René Hazard** et **André Sévin**, présentée par M. Marc Tiffeneau.

Les différents produits étudiés ([1]), mis en solution dans le Ringer, ont amené des modifications de la chronaxie du gastrocnémien de Grenouille, que nous résumons sous forme de tableaux donnant en mμF les moyennes de plusieurs expériences réalisées à diverses concentrations.

1. *Para-aminobenzoyl-diéthylaminoéthanol.* — Le chlorhydrate de cet ester (utilisé sous le nom de novocaïne et désigné ici par les lettres P. A. D.) produit une lente montée de la rhéobase et une élévation de la chronaxie ([2]) d'autant plus lente que la concentration est plus faible. Limite d'activité : 1 pour 750.

([2]) *Rev. Cytol.* (sous presse).

([1]) Les constantes et les solubilités de ces corps ont été données dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 216, 1943, p. 779).

([2]) Divers auteurs ont déjà signalé la diminution, sous l'influence de la novocaïne, de l'excitabilité musculaire directe. De plus, A. Spycher (*Zeits. f. Biol.*, 77, 1923, p. 199) a montré qu'elle augmente le temps de passage du courant électrique nécessaire pour provoquer une secousse du sartorius de grenouille et H. Siems (*Deuts. Zeits. f. Nervenheilkunde*, 131, 1923, pp. 169-190) qu'elle élève la chronaxie du muscle chez le Chien, la Grenouille et chez l'Homme.

Chlorhydrate de P. A. D.

	1 p. 100.	1 p. 200.	1 p. 250.	1 p. 500.	1 p. 750.	1 p. 1000.
Normal........	49	41	35	33	45	43
5 min........	54	42	36	35	–	–
10 »	55,4	46	36,5	35,5	–	–
15 »	59	58,5	40,5	36	45	–
20 »	69	–	–	38	–	–
30 »	–	–	–	41	45	–
40 »	–	–	–	43	45	–
50 »	–	–	–	58	–	–
55 »	–	–	–	–	63	Sans action
60 »	–	–	–	–	126	après 60 min

2. *Iodométhylate de P. A. D.* — Peu de modification de la rhéobase. Élévation rapide de la chronaxie, beaucoup plus forte que pour le P. A. D. et sensible encore à 1 pour 5000.

Iodométhylate de P. A. D.

	1 p. 100.	1 p. 300.	1 p. 400.	1 p. 500.	1 p. 750.	1 p. 1000.	1 p. 1500.	1 p. 2000.	1 p. 5000.
Normal..	30	25	25	32	42	30	37,5	40	30
5 min..	36	27	35	40	47	31,5	–	–	–
10 » ..	39,5	29	–	42	48,5	–	–	–	–
15 » ..	60	34	105	47	50	42	40	43	30
20 » ..	310	39	117	81	53	52	–	–	–
25 » ..	–	48	–	95	–	–	–	–	–
30 » ..	–	–	–	–	–	–	48	54	30
45 » ..	–	–	–	–	–	–	87	75	35

3. *Ester acétique du P. A. D.* — Activité un peu inférieure à celle du P. A. D. et action plus lente encore à se manifester. L'élévation rapide de la rhéobase empêche de prolonger les mesures. Limite d'activité : 1 pour 500.

Acétyl P. A. D.

	1 p. 100.	1 p. 200.	1 p. 300.	1 p. 500.	1 p. 750.	1 p. 1000.
Normal....	20	21	21	39	27	56
5 min....	20	25	21	–	–	–
10 »	20	26	22	–	–	–
15 »	21	33	25	41,3	27	56
20 »	35	42	–	–	–	–
25 »	–	–	26	–	–	–
30 »	–	–	–	44	Sans action après 75 min	Sans action après 50 min

4. *Iodométhylate d'acétyl P. A. D.* — Action sur la rhéobase égale, action sur la chronaxie un peu supérieure à celle du P. A. D. et un peu plus précoce. Limite d'activité : 1 pour 500.

Iodométhylate d'acétyl P. A. D.

	1 p. 100.	1 p. 200.	1 p. 300.	1 p. 500.	1 p. 750.	1 p. 1000.
Normal....	41	43,5	33,5	48	27,5	40
5 min....	54	45	36	–	–	–
10 »	60	48,5	37	–	–	–
15 »	64	–	–	48,5	–	40
20 »	74	–	–	50	–	–
30 »	–	48,5	38,5	59	–	40
40 »	–	63	80	65	27,5	–
45 »	–	195	–	–	Sans action après 80 min	Sans action après 60 min

Dans tous les cas d'élévation de la chronaxie, on n'a pas observé d'abaissement par lavage.

Ainsi le passage de la fonction amine tertiaire à l'ammonium quaternaire par iodométhylation renforce considérablement la faible action curarisante du P. A. D. et la rend beaucoup plus précoce. L'acétylation de la fonction amine primaire diminue au contraire faiblement l'activité de la molécule. L'iodométhylation et l'acétylation simultanées donnent un composé d'activité intermédiaire entre celles de l'iodométhylate et du dérivé acétique.

TÉRATOGENÈSE. — *Technique d'irradiation localisée d'embryons de Souris dans l'utérus au moyen des rayons* X. Note de MM. **Albert Raynaud** et **Marcel Frilley**, présentée par M. Maurice Caullery.

De nombreuses destructions localisées, au moyen des rayons X, ont déjà été réalisées sur l'œuf et l'embryon des Invertébrés et Vertébrés inférieurs; mais, mises à part les publications concernant l'irradiation des fœtus à travers la paroi abdominale des femelles en gestation ([1]), il n'existe pas, à notre connaissance, dans la littérature, de description d'expériences d'irradiation *localisée* portant sur l'embryon des Mammifères.

Nous apportons la description d'une technique d'irradiation par rayons X, permettant de léser ou de détruire certains organes, ou des régions plus ou moins étendues de l'embryon de Souris, en développement dans l'utérus, pendant la deuxième moitié de la gestation.

Le principe de la méthode est le suivant : obtenir un faisceau de rayons X de faible diamètre (0,5 à 3^{mm}) et le diriger sur la partie de l'embryon choisie, repérée par transparence à travers la corne utérine et la cavité amniotique, après laparotomie de la mère, sous anesthésie à l'éther.

Sur le conseil de M. A. Lacassagne, le dispositif expérimental a été réalisé

([1]) A. Lacassagne, *C. R. Assoc. Anatom.*, 16, 1921, p. 205; F. B. Hanson, *Anat. Rec.*, 24, 1923, p. 415; A. S. Parkes, *J. Roy. Mic. Soc.*, 1927, p. 97.

de la façon suivante : un canaliseur cylindrique de laiton nickelé, terminé par un localisateur d'ouverture très réduite, est adapté à la fenêtre de sortie du tube à rayons X et délimite un faisceau vertical dirigé vers le bas. Après laparotomie de la souris gravide, on amène la corne utérine au contact de la pointe effilée du localisateur. L'intervention sur l'embryon a été effectuée au 13e et au 14e jour de la vie intra-utérine (embryons âgés de 12 jours 6 heures à 13 jours 16 heures). A ce stade, un éclairage latéral de l'embryon permet d'obtenir une transparence convenable à travers la corne utérine et les enveloppes fœtales. Le repérage du territoire à irradier s'effectue sous la loupe binoculaire; les points de repère principaux sont le contour des organes, la bouche, l'oreille, l'œil, les membres et en particulier, pour l'irradiation de la tête, les vaisseaux sanguins qui se détachent en rouge sur la surface blanche du crâne [2]; une ampoule électrique éclaire le champ et maintient la corne utérine à une température convenable. L'embryon choisi pour l'irradiation est disposé de telle façon que les rayons ne rencontrent pas le placenta sur leur trajet; enfin, pour éviter tout déplacement de l'embryon (que pourraient provoquer les mouvements de la cage thoracique de la mère), on exerce, avec l'extrémité du tube localisateur, une légère pression sur la corne utérine et le sac amniotique ; dans ces conditions, le territoire atteint par les rayons reste strictement délimité pendant l'irradiation.

Les caractéristiques du matériel et des appareils qui ont été utilisés dans nos expériences sont les suivantes :

Les rayons X sont produits au moyen d'un tube démontable à anticathode de molybdène, fonctionnant sous une tension constante de 33,5 kV, avec des intensités de 30 à 50 mA; la corne utérine a été placée, suivant les expériences, à 9 ou 13cm du foyer. Le rayonnement débité (raies K du Mo et fond continu) a une longueur d'onde efficace de 0,95 Å (coefficient d'absorption dans l'eau : $\mu = 3,5$). Les dispositifs utilisés nous ont permis de faire varier l'intensité du rayonnement entre 5000 et 24000 r/min.

Le canaliseur de laiton nickelé adapté au tube est ainsi constitué : il comprend un corps principal cylindrique, à l'extrémité duquel est vissé un embout localisateur de forme variable. Le corps du canaliseur est un tube cylindrique de 5mm de diamètre intérieur. Nous avons utilisé deux canalyseurs, ayant pour longueur respectivement 4 et 8cm correspondant (avec des embouts de 1cm de longueur et une distance foyer-fenêtre) de 4cm à des distances de 9 et 13cm entre le foyer et la corne utérine. Les embouts localisateurs sont interchangeables et de formes variées : effilés ou aplatis à leurs extrémités, ils sont percés d'un canal cylindrique plus ou moins étroit, permettant de limiter le faisceau de rayon utilisé à des pinceaux de faible ouverture, ayant pour diamètre 0,5, 1 et 3mm. Enfin, dans

---

(2) Dans ces expériences, l'incision de la corne utérine n'a pas été effectuée, afin d'éviter les lésions de l'utérus et la suture de la paroi musculaire, traumatismes qui pourraient entraver une parturition normale. Il est cependant possible, après avoir fendu la paroi de l'utérus, de retirer hors de la corne l'embryon contenu dans le sac amniotique et laisser celui-ci reposer dans la cavité abdominale de la mère. Nous avons obtenu ainsi la poursuite du développement des embryons pendant une trentaine d'heures; mais, par suite de lésions placentaires, la mortalité est élevée.

certains cas, nous avons donné au faisceau de rayons d'autres formes, en utilisant des embouts ayant des ouvertures carrées ou rectangulaires, percées à travers une épaisseur convenable de plomb et de laiton. Ces différents dispositifs ont été établis pour éviter toute pénombre autour du faisceau, permettre un centrage précis et limiter strictement l'irradiation à l'organe visé ([3]). Enfin, un obturateur placé à l'entrée du canaliseur permet de démasquer le faisceau pendant le temps convenable, le tube fonctionnant d'une façon continue. On peut ainsi éviter la période de régime instable consécutive à l'allumage du tube et déterminer avec précision la dose appliquée.

Cette technique nous a permis, à l'heure actuelle, d'administrer en des temps relativement courts (1 à 3 minutes), sur des territoires localisés de l'embryon de Souris, des doses élevées de rayons X. En particulier des doses de 5000 à 40000 *r*, appliquées sur la tête des embryons, se sont montrées compatibles avec leur survie : sur 72 embryons ainsi traités, 30 ont pu poursuivre leur développement dans l'utérus et, parmi ceux-ci, 29 ont évolué jusqu'à la naissance. Bien qu'ayant actuellement limité nos interventions aux embryons âgés de 12 à 13 jours, divers essais nous ont montré que l'application de cette technique pouvait être aisément étendue à des stades plus avancés du développement et, avec certaines limitations, à des stades un peu plus jeunes (embryons âgés de 11 jours).

La séance est levée à 15^h30^m.

L. B.

ERRATA.

(Séance du 31 mai 1943.)

Note de M. *Marcel Delépine*, Sels et dérivés des tricrotonylidènetétramines :

Page 700, ligne 10, *au lieu de* 7/8, *lire* 6/7.

([3]) Avec les étroits pinceaux de rayons utilisés, le champ est de petite surface et, dans la plupart des cas, le rayonnement diffusé peut être considéré comme négligeable.